



HAL
open science

L'impact de la stimulation multi-sensorielle sur la mémorisation à long terme

Alexandra Prunier

► **To cite this version:**

Alexandra Prunier. L'impact de la stimulation multi-sensorielle sur la mémorisation à long terme. Education. 2015. dumas-01280883

HAL Id: dumas-01280883

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01280883>

Submitted on 1 Mar 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Année universitaire 2014-2015

***Master Métiers de l'enseignement, de l'éducation
et de la formation***

Second degré

2^{ème} année

**L'impact de la stimulation multi-sensorielle sur la
mémorisation à long terme.**

Présenté par Alexandra PRUNIER

Mémoire encadré par Hervé ALBERTIN

Table des matières

1	INTRODUCTION	1
2	PREMIERE PARTIE : « ETAT DE L'ART »	2
2.1	CONSTATS	2
2.1.1	<i>Répétition : essentielle à la construction de nouvelles compétences et d'un nouveau savoir</i>	2
2.1.2	<i>Constats pédagogiques</i>	3
2.2	AMELIORATION DE LA MEMOIRE A LONG TERME PAR LA STIMULATION MULTI-SENSORIELLE.....	4
2.2.1	<i>Quelques rappels en neurosciences : l'apprentissage et la mémoire</i>	4
2.2.2	<i>Quels sont les liens entre stimulation sensorielle, apprentissage et mémoire ?</i>	6
2.2.3	<i>Rôle de l'affectivité</i>	7
2.3	ACTUALITE SCIENTIFIQUES	7
2.3.1	<i>Influence des stimuli multi-sensoriels dans la représentation d'une quantité chez les enfants (BAKER et JORDAN)</i>	8
2.3.2	<i>Quel est la relation entre contexte multi-sensoriel et mémoire (THELEN, MATUSZ et MURRAY)</i> .	10
2.4	DEFINITION DU PROBLEME.....	15
2.5	FORMULATION DES HYPOTHESES.....	16
3	DEUXIEME PARTIE : DEMARCHE SCIENTIFIQUE DE RESOLUTION DU PROBLEME.	18
3.1	METHODES.....	18
3.1.1	<i>Contexte de l'établissement</i>	18
3.1.2	<i>Contexte des classes</i>	18
3.1.3	<i>Comment mesurer l'impact de la stimulation multi-sensorielle à long terme ?</i>	18
3.1.4	<i>Procédure</i>	19
3.2	DONNEES.....	23
3.2.1	<i>Récolte et traitement des données</i>	23
3.3	INTERPRETATION	27
3.4	DISCUSSION CRITIQUE	28
3.4.1	<i>Re-contextualisation</i>	28
3.4.2	<i>Mise en liens avec les recherches antérieures</i>	29
3.4.3	<i>Limites</i>	33
4	CONCLUSION	34
5	BIBLIOGRAPHIE	36
6	CHAPITRE	36
7	ARTICLES	36
8	SITOGRAFIE	36
9	ANNEXES	I

1 INTRODUCTION

Nos sens sont nos uniques outils de communication avec le monde extérieur. Nous percevons notre environnement grâce à eux et c'est au travers leur compréhension que nous sommes capables d'appréhender le monde qui nous entoure, et ainsi de nous y développer. C'est en parlant avec une collègue professeur de sciences de la vie et de la Terre spécialisée dans les unités localisée pour l'inclusion scolaire (ULIS) que j'ai appris l'existence d'études ayant prouvé que la stimulation multi-sensorielle dans un contexte d'apprentissage améliorerait les capacités cognitives. Cette collègue utilisait déjà avec succès cette méthode d'apprentissage sur ses élèves et arrivait ainsi à leur faire appréhender des notions plus complexes que celles exigées dans leur programme. Si cette méthode s'avère efficace pour des élèves en situation de handicap, le serait-elle également pour des élèves suivant une scolarité classique ? Cela permettrait-il de favoriser la mémorisation de notions sur le long terme ou bien au contraire serait-il une distraction pour des élèves ne présentant pas de situation de handicap ? Stimuler un maximum de sens permettrait-il d'obtenir les meilleurs résultats possibles ? De mon expérience d'élève, je me souviens avoir assisté à une démonstration de la cristallisation de la vanilline à température ambiante et à froid. Cette expérience avait suscité chez moi un investissement supérieur pour comprendre et retenir cette notion, car l'odeur de la vanilline m'avait étonnée et agréablement marquée. Serait-il possible que, tout comme la madeleine de Proust, mon cerveau ait mieux retenu la notion de cristallisation grâce à mon engouement pour l'odeur douce et sucrée ? Dans ce cas, quel est l'impact de la stimulation multi-sensorielle sur l'apprentissage et la mémorisation d'une notion ?

C'est la question à laquelle ce mémoire a pour but de répondre. Je commencerai par développer toutes les connaissances déjà acquises sur ce sujet, puis détaillerai dans cette partie l'avancée des dernières recherches en neurosciences sur ce sujet. En seconde partie je vous dévoilerai comment l'application d'un contexte multisensoriel en classe de seconde peut-il améliorer les capacités cognitives d'élèves de 15 ans.

2 PREMIERE PARTIE : « ETAT DE L'ART »

2.1 Constats

La pédagogie française a pour but de fournir des outils aux élèves afin de les accompagner vers leur vie d'adulte. Pour cela ces jeunes doivent acquérir un certain nombre de compétences et engranger les connaissances suffisantes à la prise de décisions en tant qu'individu majeur. C'est-à-dire en tant qu'individu capable de faire ses choix seuls grâce à un esprit critique qu'il aura construit.

2.1.1 Répétition : essentielle à la construction de nouvelles compétences et d'un nouveau savoir.

La construction de nouvelles compétences et d'un nouveau savoir sont issues d'un long apprentissage. En neurologie, on définit l'apprentissage en association avec la mémoire. Ce sont des fonctions qui permettent d'acquérir et de conserver des informations qui pourront être réutilisées ultérieurement. D'un point de vue nerveux, la plasticité neuronale est l'outil majeur de l'apprentissage. En effet, elle est définie comme une capacité que possède le cerveau à établir de nouvelles synapses et donc de nouveaux circuits nerveux au cours de la vie de l'individu. Plus une tâche est répétée, plus le cerveau crée de nouvelles connections nerveuses ce qui permet d'améliorer les performances de la tâche à effectuer. Ainsi de nombreuses expériences effectuées sur la plasticité cérébrale montrent plusieurs stades dans la structuration du réseau de neurones. Après la création de plusieurs synapses, ces dernières deviennent de plus en plus efficaces et rapides. Par la suite les synapses sont triées et les moins efficaces sont supprimées au profit des meilleures.

On en conclut donc que la répétition est un outil nécessaire à la construction de nouvelles compétences et de nouvelles connaissances.

A la fin du XIX^{ème} siècle, un psychologue allemand, Hermann EBBINGHAUS, pose les fondements pédagogiques basés sur la répétition. Il publie en 1885 *Über das Gedächtnis*¹. On rappellera que c'est également à ce moment que naissent les laboratoires philosophiques expérimentaux en Europe et aux Etats-Unis. Il construit la courbe de l'oubli² (cf. annexe 1) et démontre qu'après une séance de lecture d'une heure, 50 à 80% des informations qui ont été lues sont oubliées le lendemain. Il démontre également l'importance des révisions régulières

¹ À propos de la mémoire

² Voir annexe I

étalées sur une longue période. Aujourd'hui ces expériences restent un modèle de clarté et de précision, les seules erreurs que l'on pourrait reprocher est le fait qu'EBBINGHAUS omet les interférences qui existent entre les différents temps de révisions et qu'il est le seul cobaye de ses propres expériences.

Pour garder en mémoire les informations acquises durant un processus d'apprentissage il est donc importants de répéter ces informations de manière régulière et sur une longue période.

La célèbre méthode des « J » utilisée par de nombreux étudiants en médecine témoigne l'efficacité et de l'importance de la répétition sur le long terme. Prenons une leçon datée du jour j_0 . Selon la méthode des « J », l'étudiant devra réviser le lendemain cette leçon j_1 , puis à j_3 , j_{30} et j_{60} . Cette méthode s'appuie sur la courbe de l'oubli conçue par H. EBBINGHAUS.

2.1.2 Constats pédagogiques

Durant mon année d'enseignement, j'ai pu constater comme le travail d'un professeur est de répéter inlassablement les informations importantes. Cependant, cette répétition se fait principalement tout au long d'une séquence et s'arrête bien souvent lorsque l'on passe à un nouveau sujet, donc à de nouvelles informations à acquérir. Il est important de préciser que ce constat est fait uniquement sur les connaissances et les savoirs à acquérir et non sur les compétences et les capacités, qui sont remobilisées tout au long de la scolarité.

Pour former des élèves à être capable de prendre des décisions de manière autonome ils doivent avoir à disposition toute une batterie de connaissances. Pour cela, ne faudrait-il pas répéter toutes ces informations qui lui seront nécessaires, tout au long de sa formation afin de les garder en mémoire ? Arrêter les répétitions après le contrôle de fin séquence ne risque-t-il pas de faire oublier les notions durablement, comme le suggère l'étude d'H. EBBINGHAUS ? Le problème est que ces informations à acquérir sont très nombreuses et bien souvent des notions complexes. Le temps imparti à cet apprentissage se révèle donc insuffisant pour les retenir dans leur intégralité. L'objectif n'est donc pas de toutes les retenir mais de faire en sorte que l'élève en assimile le maximum. Il est donc du devoir des professionnels de l'éducation de mettre en place des outils facilitant la capacité à garder en mémoire les informations apprises au cours du parcours scolaire de l'élève. C'est dans cet objectif que s'inscrit ce mémoire.

2.2 Amélioration de la mémoire à long terme par la stimulation multi-sensorielle

Pour juger de l'importance de la stimulation multi-sensorielle sur l'apprentissage, il est essentiel de poser les fondements scientifiques qui la définissent.

2.2.1 Quelques rappels en neurosciences : l'apprentissage et la mémoire

2.2.1.1 L'apprentissage

La définition et la conception de l'apprentissage ont évolué au cours du temps, cela est dû à la complexité du terme. Le rôle et les effets de l'apprentissage se révèlent très différents tout au long de la vie de l'individu. Ainsi, durant l'ontogenèse l'apprentissage interagit avec le phénomène de maturation. Chez l'adulte, le répertoire de base qui a été constitué peut se réorganiser.

Il est important de souligner que dans la plupart des cas, l'apprentissage peut inclure différents éléments, il implique que l'individu :

- soit motivé,
- perçoive des stimuli,
- perçoive et évalue son niveau de performance actuel, compare cet état à l'état désiré et le modifie en fonction son comportement.

L'apprentissage met donc en jeux des fonctions motivationnelles, sensorielles, motrices et mnésiques.

Dans ce cadre, il existe plusieurs types d'apprentissages : l'apprentissage associatif, l'apprentissage par essai unique et l'apprentissage non associatif.

- *L'apprentissage non associatif*

Cet apprentissage porte sur un seul stimulus ou sur plusieurs stimuli qui n'entretiennent pas de liens temporels.

- *L'apprentissage associatif*

L'apprentissage associatif est basé sur l'établissement de liens entre plusieurs idées, entre plusieurs signaux. Par exemple entre un stimulus et une réponse, ou un évènement et une réponse.

Il existe principalement deux grandes formes d'apprentissage associatif, le conditionnement pavlovien et le conditionnement instrumental ou opérant. Nous ne rentrerons pas dans le détail de ces processus d'apprentissages, cependant nous définirons le conditionnement

pavlovien comme une réponse d'un réflexe, conditionnée par un événement ou un stimulus. L'exemple le plus connu est le réflexe salivaire d'un chien qui voit approcher son soigneur pour le nourrir.

Le conditionnement opérant a été imaginé par SKINNER vers 1938. Elle définit comme un apprentissage par essais et erreurs. Un comportement présente une plus grande probabilité d'apparition s'il conduit à un effet favorable pour l'organisme ; par contre il tend à disparaître s'il entraîne un effet défavorable.

2.2.1.2 La mémoire

Il n'y a pas de définition absolue de ce qu'est la mémoire, il y en a autant que d'utilisateurs qu'ils soient, psychologues, médecins, chercheurs en neurosciences ou informaticiens. D'après notre vécu psychologique et de manière générale, la mémoire est la capacité d'avoir des souvenirs.

Cependant selon Serge NICOLAS³, « la mémoire n'est pas réductible aux souvenirs [...] (il faut) étendre l'acception courante du mot qui la limite le plus souvent à son expression consciente ». Cela signifie que la mémoire existe à la fois de manière consciente, comme lors d'un rappel de souvenir où l'on se rend compte consciemment qu'il se rapporte à notre passé, et de manière inconsciente, comme la mémoire de la dactylographie. Serge NICOLAS explique que son « amélioration n'est absolument pas due à ma connaissance consciente de la localisation des lettres individuelles sur le clavier. Cette mémoire est dite implicite. ».

2.2.1.3 L'oubli et le rappel

L'oubli réside dans le fait que l'information enregistrée devient, avec le temps, de moins en moins capable de provoquer une réaction donnée. Scientifiquement nous connaissons peu de choses à ce sujet, si bien que nous sommes incapables de déterminer si l'oubli est dû à une suppression de l'information ou à une incapacité à remobiliser une information toujours présente.

Comme nous l'avons vu précédemment avec l'étude d'H. EBBINGHAUS, la répétition est un outil permettant de limiter dans temps les effets de l'oubli. Le rappel est justement un retour à la conscience des informations à un moment opportun.

³ Enseignant – Chercheur et professeur de psychologie à l'Université Paris Descartes. Il enseigne la psychologie cognitive expérimentale et l'histoire de la psychologie.

Cependant ce rappel n'est pas uniquement volontaire, l'exemple le plus populaire est la célèbre madeleine de Proust : le goût de la petite madeleine fait ressurgir dans la conscience de l'écrivain des souvenirs d'une époque qu'il avait oubliés. Cette madeleine correspond à ce qu'on appelle *un indice de rappel*.

Récemment des chercheurs ont permis de montrer que ces indices de rappels jouaient un rôle essentiel dans la remémoration de connaissances acquises. Ces indices peuvent être extérieurs et issus de l'environnement, comme la petite madeleine ou peuvent être aussi intérieurs au cerveau. C'est Endel TULVING en 1970 qui pour la première fois énonce l'importance de ces indices de rappel. Une de ces idées les plus influentes est connue sous le nom *du principe de la spécificité de l'encodage*. Chaque individu traite un événement ou un sujet de manière différente. Le cerveau encode l'information de manière spécifique à chaque individu et détermine laquelle sera intégrée. La probabilité de rappel de cet événement dépend de la façon dont l'indice de rappel remobilise l'encodage ou s'associe avec lui. Cette notion fait directement référence à l'apprentissage associatif dont nous avons parlé.

Un souvenir est donc remobilisé selon plusieurs méthodes. Il peut être remobilisé de manière consciente et volontaire ou de manière inconsciente. Les indices de rappel sont des aides qui facilitent le réinvestissement d'un souvenir. On peut alors se poser la question si un des principes de notre éducation ne consiste pas en la construction de « bons » indices de rappel.

2.2.2 Quels sont les liens entre stimulation sensorielle, apprentissage et mémoire ?

Comme nous l'avons dit précédemment, l'apprentissage nécessite que l'individu perçoive des stimuli. En effet, nous apprenons en fonction de notre environnement avec lequel nous sommes en interaction, qu'il s'agisse d'un autre individu, d'un contexte ou d'un événement. Dans ce cas, il est nécessaire que l'individu en situation d'apprentissage perçoive son environnement et le comprenne. Cette perception passe par les capteurs multi-sensoriels dont dispose l'individu.

2.2.2.1 La mise en place d'un apprentissage par les sens.

Le nouveau-né arrive au monde doté d'un équipement lui permettant de recevoir des stimuli du monde extérieur et particulièrement ceux de sa mère.

Des études ont montré qu'à l'état fœtal le bébé reçoit des stimulations sonores (voix des parents, bruits cardio-vasculaires...). Dès le deuxième jour le nouveau-né réagit aux voix de son père et de sa mère ce qui présuppose qu'il les ait déjà entendues avant la naissance.

De manière générale, les sens se développent dans les premiers moments de la vie d'un nourrisson, la vue, le goût, l'odorat et le touché se précisent. Tous ces sens correspondent à ses moyens de communications par lesquels il pourra développer son intelligence. Ce sont ses premiers outils d'apprentissage. J. PIAGET appelle cette phase d'apprentissage, l'intelligence sensori-motrice.

La performance sensorielle varie d'un nourrisson à l'autre selon son environnement. L'apprentissage de l'enfant va dépendre de son environnement et de l'intensité à laquelle il est stimulé.

Chaque enfant va donc se construire en fonction de sa propre histoire sensorielle.

Rappelons que dans le but de mémoriser plus facilement un souvenir, nous avons expliqué qu'il était possible d'utiliser de « bons » indices de rappels. La stimulation sensorielle est le premier outil à être utilisé au service de l'apprentissage ; ne serait-elle pas dans ce cas un « bon » indice de rappel dans le cas où elle serait associée à une information à mémoriser ?

2.2.3 Rôle de l'affectivité

Un autre facteur déterminant dans le développement psychomoteur est la vie relationnelle, la vie affective de l'enfant. L'affectivité est indispensable à l'organisation fonctionnelle des structures nerveuses et donne un sens l'acte moteur.

C'est Henri WALLON qui soulève que l'émotion est source de motivation ou d'inhibition sensori-motrice, où la joie par exemple peut accélérer des progrès dans le développement.

Il s'agit ici d'un autre paramètre important influençant l'apprentissage.

2.3 Actualité scientifiques

Plusieurs récentes recherches montrent qu'il serait possible d'améliorer la lorsque l'apprentissage se fait dans un contexte de stimulation multi-sensorielle (cf.1.3.1 et 1.3.2).

Ainsi est étudié l'impact de la stimulation sensorielle sur l'apprentissage. C'est en effet par les sens que nous découvrons notre environnement pour la première fois. Lorsqu'un des sens est défaillant, la situation de handicap est bien souvent repérée par un retard du développement

chez le jeune enfant et se traduit régulièrement par un retard sur l'apprentissage. Des enfants sourds présenteront un retard scolaire si la surdité n'est pas détectée assez rapidement. Il en est de même pour les des enfants aveugles.

Des récentes recherches menées par Joseph M. BAKER et Kerry E. JORDAN à l'Université de médecine de Sanford (2014) ont montré que la stimulation sensorielle améliore les capacités de distinction des chiffres chez des nourrissons et chez des enfants de 3 à 5 ans.

2.3.1 Influence des stimuli multi-sensoriels dans la représentation d'une quantité chez les enfants (BAKER et JORDAN).

L'étude menée par BAKER et JORDAN est basée sur des recherches sur le développement cognitif des nourrissons. En effet, les nourrissons ne pouvant que très brièvement communiquer avec leurs proches, leurs seuls outils d'apprentissage restent des stimuli sensoriels. Il est ici question de comprendre si la stimulation de plusieurs sens améliorerait les capacités cognitives. Dans le cadre de l'expérience ces capacités sont traduites par savoir reconnaître une quantité.

2.3.1.1 Rôle des sens chez le nouveau-né.

Nous vivons dans un monde où nous sommes constamment bombardés d'informations sensorielles. Pour un nourrisson qui n'a pas encore les moyens de percevoir ces stimuli sensoriels de manière distincte et compréhensible, ce flot d'informations peut sembler chaotique. C'est pourtant à travers ces stimuli qu'il devra construire son apprentissage. Il devra réussir à mettre de l'ordre dans ce chaos.

Il semblerait que les jeunes nourrissons ne traitent pas l'information telle que nous le faisons en tant qu'adulte ayant un cerveau mature qui structure les informations. Lorsque plusieurs stimuli nous parviennent nous les distinguons sans difficulté. Par exemple, lorsque nous faisons rebondir une balle, nous discriminons aisément la couleur de la balle au bruit qu'elle fait en frappant le sol. Il s'avère qu'un nourrisson ne fait pas cette distinction. Il percevra la couleur et le bruit comme une seule entité (LEWKOWICZ, 2000).

L'audition et la vue utilisent deux aires différentes dans le cerveau avec plusieurs réseaux de neurones indépendants. Stimuler deux sens chez un être pour qui le réseau de neurones est en construction risquerait de chevaucher deux informations distinctes ce qui perturberait la compréhension. Lorsque l'enfant perçoit plusieurs stimulations sensorielles, pour éviter le

surplus d'informations, il réduit la compétition entre ces deux entrées et les considère comme une unité.

De plus, dans les premiers mois de sa vie, un enfant possède 1,5 fois plus de connections synaptiques qu'à l'âge adulte (cf. annexe 1 fig B). Les réseaux les plus utilisés seront plus rapides et efficaces alors que les moins sollicités vont rapidement dégénérer vers l'âge de 5 ans (cf. plasticité 1.1.1).

Percevoir deux sens en un seul est donc un moyen d'éviter la surcharge cognitive, les aires visuelles et auditives commencent à se construire et c'est en passant par cette simplification que des associations plus compliquées pourront être créées bien plus tard. L'apprentissage associatif n'est donc pas possible chez ces enfants de bas âge.

2.3.1.2 L'association de plusieurs sens peut-elle aider au rappel ?

LEWKOWICZ D. J. professeur de la Northeastern University et GHAZANFAR A., professeur de neuroscience à l'université de Princeton, suggèrent la théorie selon laquelle les mécanismes fondamentaux d'intégration sensorielle se développent de manière totalement dépendante des expériences de l'individu liées à son environnement. Plus simplement, ils expliquent que « les neurones qui commencent ensemble, restent connecté ensemble » ; les réseaux de neurones qui se sont développés ensemble à travers un processus de stimulation multi-sensoriel vont construire avec le développement des liaisons synaptiques beaucoup plus fortes.

De cette manière nous aurions tous un réseau de neurones, construit au travers de nos expériences, qui aurait favorisé des liaisons synaptiques par associations multi-sensorielles. Ainsi certaines personnes seront plus sensibles à certaines associations que d'autres. Quand un individu sera plus réceptif à une couleur associée à un son, un autre sera plus sensible à un objet associé à une odeur.

De la même manière, si en classe une odeur est associée à une image à retenir, par exemple l'odeur de menthe avec le schéma de la photosynthèse, le rappel de ce schéma ne serait-il pas plus facile à remobiliser si, lors du test, l'odeur de la menthe est de nouveau stimulée ?

Lors de l'apprentissage de nouvelles notions, le cerveau doit construire de nouvelles associations, « les neurones qui commencent ensemble, restent connecté ensemble », serait-il donc possible que le conditionnement multi-sensoriel favorise la mémorisation d'associations entre les sens et l'information ?

2.3.1.3 Quel est l'impact d'un contexte multi-sensoriel sur la compréhension

Dans leur étude, BAKER et JORDAN étudient la capacité des enfants à évaluer une quantité. Pour les nourrissons, le test est simple, deux groupes de nourrissons regardent en boucle une bande vidéo d'une balle rebondissant 12 fois, un seul des deux groupes regarde la vidéo accompagnée du son de la balle qui rebondit. Puis une seconde bande est passée où la balle ne rebondit que 8 fois. Les chercheurs se sont aperçus que les nourrissons ayant une stimulation audiovisuelle percevaient la variation de la quantité de rebonds (passant de 12 rebonds à 8) contrairement aux nourrissons ayant eu une stimulation uniquement visuelle. La stimulation multi-sensorielle améliorerait dans ce cas l'éveil des nouveau-nés.

Ils ont répété cette expérience dans une classe d'élèves de 3 à 5 ans. Sur des ordinateurs, les élèves observaient des carrés de taille et de couleur aléatoires en quantité définie. Certaines images étaient accompagnées par un son représentant chaque carré. Aléatoirement les élèves tombaient sur uniquement des images, uniquement des sons ou les deux. Après la stimulation l'élève devait dire combien de carrés étaient exposés en cochant la bonne réponse. Les résultats furent les mêmes que pour les nourrissons, avec plus de bonnes réponses lors des stimulations audiovisuelles.

BAKER et JORDAN interprètent ces résultats comme une aide à l'attention de la stimulation multi-sensorielle. Lorsque plusieurs sens sont stimulés, ils capturent l'attention des nourrissons et des enfants qui sélectionnent avec plus d'efficacité l'information pertinente et évite les perturbations extérieures.

JORDAN et BAKER mettent en évidence au travers de leurs travaux que la stimulation multi-sensorielle améliore la capacité à distinguer une quantité chez des enfants de 3 à 5 ans et chez des nourrissons. Ces enfants ont donc amélioré une capacité cognitive. Dans ce cas la stimulation multi-sensorielle peut-elle être un outil pour faciliter l'intégration pour d'autres notions que la quantité ? Est-elle toujours efficace chez des adultes ?

2.3.2 Quel est la relation entre contexte multi-sensoriel et mémoire (THELEN, MATUSZ et MURRAY)

Pour répondre à ces questions, Antonia THELEN, Pawel J. MATUSZ et Micah M. MURRAY, docteurs en neurosciences de l'université de Lausanne (UNIL), ont étudié l'impact de la stimulation multi-sensorielle sur la mémoire chez des adultes entre 25 et 30 ans.

Dans notre vie de tous les jours nous devons constamment traiter plusieurs sens en même temps. Ils ont donc cherché à savoir comment nous intégrons l'information qui nous parvient par différents sens, en l'occurrence la vision et l'audition. A l'issu de leurs recherches ils se sont aperçus que ces stimuli multi-sensoriels peuvent augmenter notre perception.

Ces chercheurs sont partis d'une idée simple, dire que l'ajout de stimuli sensoriels nous apporte de l'information supplémentaire et nous aide à mieux interpréter le monde qui nous entoure. Prenons l'exemple d'une personne voulant traverser un passage piéton au même moment où une voiture arrive à toute vitesse ; le principe est de dire que si le piétons constate la présence d'une voiture uniquement grâce au sens visuel, il mettra plus de temps à comprendre qu'une voiture fonce sur lui et risque l'accident que s'il est averti au même moment par le signal sonore du klaxon ; sa capacité à traiter l'information et à réagir rapidement à cette situation pour éviter l'accident, sera améliorée.

La seconde question qu'ils se sont posée à l'issu de ce postulat est de savoir qu'elle est l'impact d'un évènement multi-sensoriel unique sur notre perception ultérieure de la voiture ? Quelle est l'efficacité des traces mnésiques multi-sensorielles laissées par cet évènement ?

Cet axe de recherche pose plusieurs autres questions supplémentaires auxquelles il faut répondre pour justifier de cette potentielle efficacité :

- Combien de présentations multi-sensorielles faut-il pour avoir un avantage sur la perception ultérieure ?
- Faut-il que nous prêtions attention aux deux sens lors de la présentation initiale ?
- Est-ce que tout le monde réagit de la même manière aux stimuli multi-sensoriels et y-a-t-il dans ce cas une manière de prédire à quelles personnes vont profiter ces stimuli ?

2.3.2.1 Méthode d'expérimentation

Pour mener leur étude, l'équipe a proposé à des volontaires, ne présentant aucun trouble neurologique, une série de différentes images. Dans une première série d'expériences, les participants devaient dire si l'image qu'ils voyaient était nouvelle ou était répétée (annexe 2 Fig C (a)). Certaines images étaient accompagnées d'un son adapté, un bêlement sur une image de mouton, meuglement sur une image de vache. Les images défilent pseudo-aléatoirement. On demande aux participants de répondre le plus rapidement et le plus précisément possible. Chaque image est répétée une seule fois durant le test, les images multi-

sensorielles (simulation audiovisuelle) ne sont répétées uniquement en uni-sensoriel (stimulation visuelle).

Une deuxième série d'expériences a été menée en inversant les images par les sons. Le stimulus uni-sensoriel était principalement auditif, les participants devaient reconnaître des sons et certains sons étaient accompagnés d'une image (annexe 2 fig. C(b)).

2.3.2.2 Premiers résultats : efficacité de mémorisation

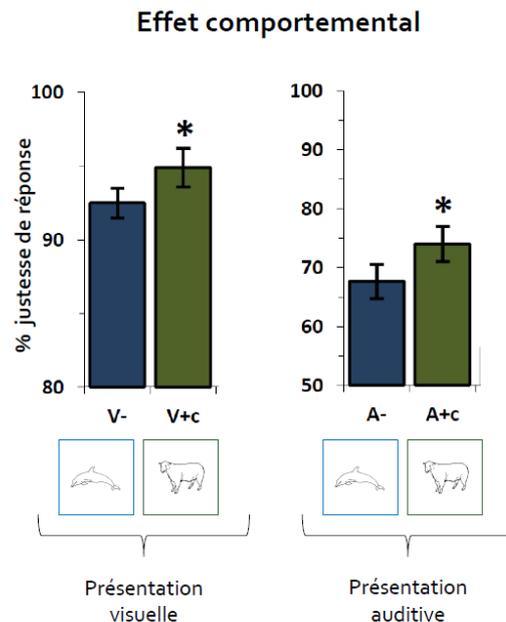


Figure 1 : Histogramme des résultats de la première série d'expériences de THELEN et TALSMA. En ordonnées se trouve le pourcentage de réponses justes et en abscisse se trouve les images correspondantes. V- signifie que le stimulus était uni-sensoriel (visuel) et V+c signifie que le stimulus était multi-sensoriel (visuel + son meuglement d'une vache). A- signifie stimulus uni-sensoriel auditif, et A+c signifie stimulus multi-sensoriel (auditif + visuel).

Thelen, Talsma & Murray (in revision), *Cognition*; Thelen et al. (2012), *NeuroImage*; Matusz*, Thelen* et al. (2015) *EJN*.

Les premiers résultats ont d'abord montré que le pourcentage de réussite était plus important lorsque le stimulus était multi-sensoriel que ce soit dans un contexte auditif comme visuel (Fig.1). Dans ce cas le stimulus multi-sensoriel a amélioré l'intégration et la remobilisation d'un souvenir à courts terme.

2.3.2.3 A qui profite réellement la stimulation multi-sensorielle ?

Pour répondre à cette question, les chercheurs ont distingué les participants ayant des meilleures réponses avec des stimuli visuels ou auditifs uniquement de ceux ayant des meilleures réponses sous stimulation audiovisuelle (fig 2 (a) et fig 2 (b)). L'important est de savoir s'il existe une valeur prédictive permettant de comprendre l'action des traces mnésiques formées.

Aucun indicateur parmi les présentations initiales uni-sensorielles n'a été trouvé, il n'y a rien qui puisse nous permettre de déterminer si les groupes traitent cette information de manière différente. Par contre, si l'on regarde les présentations initiales multi-sensorielles, les chercheurs se sont rendu compte que les personnes qui répondaient favorablement à ce type de stimulation répondaient, d'un point de vue nerveux, plus fortement que les personnes pour qui ce type de stimulation n'était pas favorable (cf.1.3.2.1).

2.3.2.4 Résultat 2 : une réponse nerveuse plus fort chez certains individus

Les seconds résultats ont donc montré une réponse nerveuse (par électroencéphalographie) beaucoup plus forte lors des stimulations multi-sensorielles chez certains individus (fig. 2). En effet, l'activité électrique cérébrale mesurée est beaucoup plus forte chez ces individus. Elle mesure l'ensemble des potentiels d'actions du réseau de neurone entrant en jeux dans la réponse.

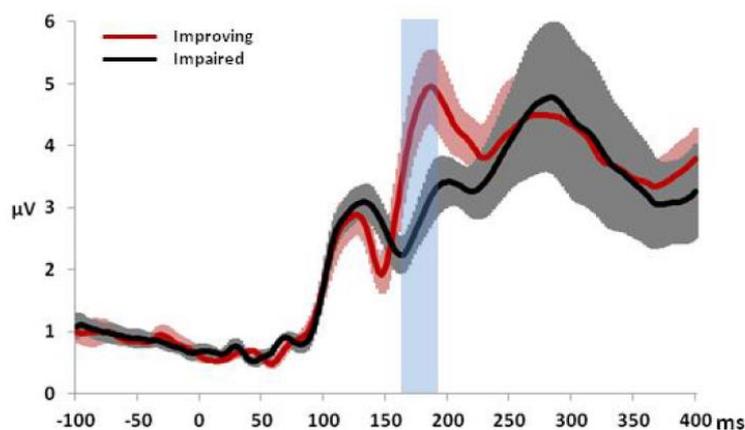


Figure 2 (a) : Réponse nerveuse, mesurée en microvolts, lors de la reconnaissance d'une image précédemment montrée avec un son, chez des individus non sensibles à la stimulation multi-sensorielle (noir) et chez des individus sensibles (rouge) en fonction du temps. La zone

bleutée correspond à l'instant (t) où l'aire cérébral associée à la reconnaissance de l'image s'est activée.

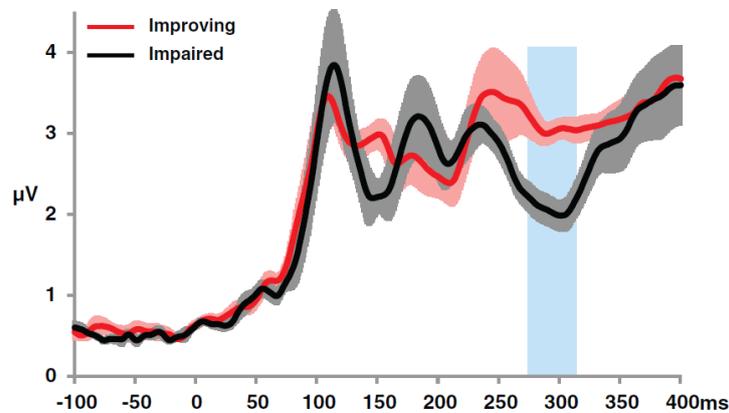


Figure 2 (b) : Réponse nerveuse, mesurée en microvolts, lors de la reconnaissance d'un son précédemment montrée avec une image, chez des individus non sensibles à la stimulation multi-sensorielle (noir) et chez des individus sensibles (rouge) en fonction du temps. . La zone bleutée correspond à l'instant (t) où l'aire cérébral associée à la reconnaissance du son s'est activée.

Thelen, Matusz & Murray (2014), *Current Biology*

Ces graphiques suggèrent en effet que le potentiel de réponse neurologique est plus important chez les personnes sensibles lorsque la stimulation est multi-sensorielle. C'est donc une différence de force de réponse chez certains sujets qui a permis d'améliorer les premiers résultats (cf.1.3.2.2). Cette stimulation améliorerait donc les capacités cognitives uniquement chez certains individus.

De plus, il est aussi mis en évidence que les premières différences de traitement entre une stimulation uni-sensorielle et multi-sensorielle se manifestent très tôt lors de l'intégration de l'image et se font donc par rapport au contexte initial.

Nous pouvons maintenant répondre aux trois questions posées en début d'expérience :

- Combien de présentations multi-sensorielles faut-il pour avoir un avantage sur la perception ultérieure ?

Une seule suffit, dès la seconde présentation d'un objet, les participants étaient capables de reconnaître la répétition.

- Faut-il que nous prêtions attention aux deux sens lors de la présentation initiale ?

Non, lors du test les participants avaient uniquement une consigne ne portant que sur un seul sens : « regardez les images » ou « écoutez ces sons ».

- Est-ce que tout le monde réagit de la même manière aux stimuli multi-sensoriels et y-a-t-il dans ce cas une manière de prédire à quelles personnes vont profiter ces stimuli ?

Non, certaines personnes réagissent de manière plus favorable aux stimuli sensoriels que d'autres et il n'y a pas d'indicateur permettant de prédire si une personne sera plus favorable à ce type de stimulation. Nous pouvons seulement constater que dans ce cas, les réponses nerveuses sont plus fortes.

2.4 Définition du problème

Durant cette première partie nous avons vu que la mémoire est un processus évolutif. En effet selon H. EBBINGHAUS, notre capacité de mémorisation d'une donnée à un temps (t) diminue exponentiellement dans le temps si cette information n'est pas soumise à des rappels. Lors de l'apprentissage d'une notion scolaire, bien souvent les élèves utilisent ces rappels afin de la garder en mémoire. Cependant, le test de fin de chapitre passé, cette notion n'a, bien souvent, plus de nécessité d'être rappelée du point de vue des élèves qui envisagent donc le contrôle de fin de chapitre comme une fin en soi. Pourtant les notions acquises ont bien pour but d'être mémorisées sur la plus longue période possible afin qu'elles puissent être réinvesties et être utiles dans la future vie de l'élève. Si l'élève devait réviser toutes les notions abordées depuis le début de sa scolarité afin de prolonger la durée de leur mémorisation, la tâche serait fastidieuse, laborieuse et colossale.

Un moyen de renfoncer la mémorisation des informations serait peut-être de construire des associations de différents stimuli sensoriels. L'apprentissage associatif permet de relier deux informations sensorielles ensemble lors de la construction d'un processus cognitif, or comme le disent LEWKOWICZ et GHAZANFAR : « les neurones qui commencent ensemble, restent connectés ensemble ».

S. NICOLAS décrit la mémoire comme existant à la fois de manière consciente et de manière inconsciente. Puisque que les travaux de BAKER et de JORDAN ainsi que de THELEN, MATUSZ et MURRAY prouvent l'efficacité d'une stimulation multi-sensorielle à la fois dans l'apprentissage et la mémorisation, un contexte d'apprentissage stimulant plusieurs sens de manière synchrone ne serait-il pas une bonne méthode pour construire des indices de rappels permettant la ré-investigation rapide et à long terme d'un souvenir ? Cela pourrait-être le moyen qui nous permettrait d'utiliser la mémoire inconsciente au service la construction des acquis scolaires.

Comme le dit PIAGET, les individus se construisent en fonction des évènements de leur vie et de leur environnement, les limites de cette méthode se posent sur le public qu'elle touche. Nous l'avons vu au travers l'expérience d'Antonia THELEN, certaines personnes montrent des réponses non favorables à ce type stimulation. Cette méthode ne pourra donc pas être universelle mais ne peut-elle pas tout de même être considérée comme étant un outil supplémentaire à utiliser pour faciliter la mémorisation ?

D'une autre manière, si la stimulation sensorielle permet de renforcer les réponses nerveuses chez certains individus, cela ne prouverait-il pas qu'elle peut être définie comme étant un « bon » indice de rappel (cf. 1.2.2.1) ?

Une autre limite est à considérer, les expériences menées en 2014 sont toutes les deux basées sur des processus de mémorisations à court terme. L'objectif de ce mémoire est donc de déterminer si ce modèle d'apprentissage peut également être utile sur du long terme.

2.5 Formulation des hypothèses

Si la stimulation multi-sensorielle est bon indice de rappel, facilitant la réinvestigation d'une notion à long terme, alors une classe d'élèves doit mieux réussir la réinvestigation d'une notion apprise sous stimulation multi-sensorielle, après une longue période de temps durant laquelle cette notion n'a pas été réactivée, qu'une classe n'ayant pas traitée cette même notion sous stimulation multi-sensorielle.

De la même manière, si certains individus sont plus favorables à ce type d'apprentissage, alors dans un contexte d'apprentissage sous stimulation multi-sensorielle, certains élèves

doivent montrer une meilleure réinvestigation de cette notion, que d'autres élèves, et ce par rapport à un contexte non stimulant sensoriellement.

3 DEUXIEME PARTIE : DEMARCHE SCIENTIFIQUE DE RESOLUTION DU PROBLEME.

3.1 Méthodes

3.1.1 Contexte de l'établissement

L'étude explicitée dans ce mémoire a été menée dans le lycée polyvalent régional Marlioz à Aix-les-Bains. Les élèves que cet établissement accueille, viennent pour la majorité d'un milieu aisé. L'établissement compte plus de 1800 élèves et a comme particularité de posséder une section générale et une section d'enseignement professionnelle.

3.1.2 Contexte des classes

J'ai mené une étude sur deux classes de seconde : la classe de seconde 3 et la classe de seconde 4. La seconde 3 est représentée par de très bons élèves avec une moyenne générale de la classe de 13/20 au premier trimestre, cette classe est très homogène, aucun élève ne se démarque avec une moyenne trop basse ou trop élevée. Cette classe est cependant très agitée et les élèves ont des difficultés à canaliser leur énergie. Elle possède deux élèves redoublant qui présentent quelques difficultés scolaires dont un qui possède un projet d'accompagnement individualisé du fait de son hyperactivité.

La seconde 4 est une classe plus en difficulté en regard à sa moyenne générale de 11,27 par rapport à la classe précédente. Cependant elle possédait en début d'année une moyenne en SVT équivalente à celle de la seconde 3 (12/20), ce n'est que plus tard que je me suis rendu compte que les deux classes avaient évolué différemment tout au long de l'année, et l'écart s'est donc fait plus fortement ressentir. Dans la classe de seconde 4, un groupe de garçons en difficultés scolaires frôle régulièrement le décrochage et installe un climat perturbé en classe avec beaucoup de bavardages. Une démarche de suivi scolaire de ces élèves a rapidement été mise en place en début d'année par le chef d'établissement.

3.1.3 Comment mesurer l'impact de la stimulation multi-sensorielle à long terme ?

Comment mesurer l'impact de la stimulation multi-sensorielle à long terme ? Pour répondre à cette question de la manière la plus précise, j'ai décidé de mener mes expériences sur trois séances différentes auxquelles les deux classes de secondes ont participées. Chaque classe est divisée en deux groupes, les séances ne sont donc pas en classe entière mais en demi-groupe.

La seconde 3 est constituée de 33 élèves regroupés en deux demi-groupes A et groupe B. Le groupe A compte 14 élèves et le groupe B 18.

La seconde 4 est constituée de 34 élèves regroupés en deux demi-groupes. Le groupe A compte 15 élèves et le groupe B 18 élèves.

3.1.4 Procédure

- La **première séance** a été effectuée durant la troisième semaine d'octobre. Le but était de stimuler un maximum de sens durant la séance de travaux pratiques (TP).

En début d'année les moyennes de classe en SVT entre secondes 3 et 4 étant similaires, je voulais construire mon expérimentation en comparant une classe à l'autre. Ainsi lorsqu'une classe participait à un TP sous stimulation multi-sensorielle, l'autre participait à un TP stimulant moins de sens.

La première séance, témoin, stimulant moins de sens, avait pour but de : « déterminer la structure de l'ADN en extrayant les informations d'un texte » (cf. annexe 3). Les élèves devaient construire la structure de la molécule d'ADN avec des vignettes de papier. Durant cette séance, seule la vue et le toucher étaient stimulés. Les élèves avaient un texte décrivant la structure de l'ADN et chaque vignette qu'ils possédaient représentait un item du texte. Les ronds rouges représentaient les phosphates, les hexagones jaunes les sucres et les formes géométriques complémentaires les bases azotées (cf. annexe 4).

La séance en stimulation était construite sur le même principe avec exactement les mêmes consignes (cf. annexe 5). La seule variable étant que les vignettes en papier étaient remplacées par des bonbons (guimauve et gélatine) qu'ils devaient assembler avec des cure-dents (cf. annexe 6). Les sens stimulés étaient ici la vue, le toucher, l'odorat et le goût puisqu'à la fin du cours, les élèves avaient le droit de manger un bonbon.

- La **seconde séance** concernant la stimulation multi-sensorielle s'est déroulée au mois de janvier. Elle avait pour but de tester l'impact d'une stimulation sensorielle inconsciente et sans lien direct avec la notion à construire. Il s'agissait d'une séance où les élèves devaient découvrir les caractéristiques de la sélection naturelle selon Charles Darwin.

Les deux classes avaient exactement la même consigne de mise en activité, la seule variable étant chez les secondes 4, la mise à disposition d'un matériel parfumé à la fleur de monoï.

Le matériel en question était composé de petits pompons noirs, rouges et blancs, d'un drap de velours rouge ou noir, de coupelles (une par participant), de couverts en plastiques (un par participant) et d'un chronomètre. La consigne était :

« Chaque milieu est pourvu de 3x30 pompons-proies de trois couleurs et de neuf élèves-prédateurs munis chacun d'un outil pouvant être un couteau, une fourchette ou une cuillère.

Au signal, les élèves prélèvent des pompons durant 10 secondes avec leur outil seulement (l'autre main étant dans le dos). **A la fin, les proies n'ayant pas été prélevées sont dénombrées et comme elles peuvent se reproduire équitablement (les pompons noirs engendrent des pompons noirs ...), elles sont aussi dédoublées.**

Il en est de même des prédateurs : si un prédateur a mangé moins de cinq proies il meurt et ne se reproduit pas.

On recommence deux fois pour simuler 3 générations. ».

Ici les pompons modélisent les proies, les élèves représentent des prédateurs (dans leur cas des pinsons), les couverts modélisent leurs becs plus ou moins appropriés aux types de chasses et les coupelles représentent les estomacs. Un élève mesure les 10 secondes à l'aide du chronomètre.

Les élèves doivent après la manipulation calculer les fréquences de couverts au début et à la fin de chaque génération. Partant d'une population d'oiseaux avec autant de becs fourchettes, couteaux ou cuillères au bout de trois générations nous devons observer un changement de ces fréquences. Bien souvent les couteaux disparaissaient ou leur fréquence diminuait et les cuillères avaient une fréquence qui augmentait. Les élèves devaient conclure que :

Plusieurs facteurs influencent la proportion d'un caractère dans une population : ici, le bec plus ou moins adapté au type de nourriture présente dans un milieu, la concurrence avec les autres becs qui sont plus ou moins efficaces ce qui influence la survie d'un caractère et donc sa transmission par reproduction.

- La **troisième séance** s'est déroulée la semaine suivante, elle portait sur la dérive génétique.

La question à laquelle il fallait répondre était : « Est-ce qu'un caractère qui ne dépend pas de l'influence de l'environnement telle que la couleur des becs des pinsons, peut subir une variation de la fréquence de sa représentation au fil des générations ? ».

Les élèves par groupe de 4 devaient effectuer le protocole suivant :

Vous disposez de 20 figurines : 5 bleues (B), 5 rouges (R), 5 vertes (V) et 5 jaunes (J).

Les 4 couleurs représentent 4 allèles pour un gène.

Les 20 figurines représentent **les allèles** présents dans une population de 10 individus

- Par tirage au sort, établir les génotypes (2 allèles par individu, parce qu'un individu possède des paires de chromosomes, 23 paires) de 10 individus constituant la population de départ.
- Pour simuler l'action de la reproduction sexuée au sein de cette population, **2 individus pris au hasard sont mis de côté**. Ils représentent les individus qui n'auront pas de descendants à la génération suivante.

Cette étape modélise les événements aléatoires qui déterminent, dans une population, quels individus survivent et se reproduisent.

- Les autres individus sont rassemblés par paires également de façon aléatoire : **4 couples** sont ainsi formés avec les 8 individus

Pour créer un enfant (génération F2), prendre une figurine (un allèle) au hasard chez chaque parent, noter dans le tableau le couple d'allèles possédé par ce premier "enfant" **et replacer les figurines pour un éventuel autre enfant**.

- Refaire de même pour les autres enfants et pour les autres couples (**tirer au dé le nombre d'enfants par couple → nombre paire = 2 enfants, impair = 1 enfant**).

- compléter votre tableau

Les élèves devaient par la suite calculer les fréquences des génotypes de leur génération F2. En considérant toutes les fréquences F2 de la classe, il était facile de constater la variation des proportions d'allèles dans plusieurs populations. En effet, chaque groupe d'élèves est parti d'une génération F1 ayant 25% de chaque allèle et possédait des résultats variables en fréquences pour les générations F2. On pouvait donc en conclure qu'avec les croisements aléatoires d'allèles, des caractères peuvent se fixer ou bien disparaître d'une population au fil des générations.

La variable entre les deux classes résidait dans les figurines, la seconde 3 possédait des figurines en pinces à linge de bois, et la seconde 4 des figurines en fil chenille. Le sens mis en exergue était donc le toucher. Je m'intéressais à l'importance de la sensation générée par le support. Les fils chenilles avec leur douceur et les pinces à linge avec la rugosité du bois. Je voulais comprendre si le type de sensation avait une importance dans le processus de

mémorisation ; est-ce qu'utiliser des matériaux plutôt doux facilite l'apprentissage et réciproquement ?

La notion à retenir de ce TP est : que la dérive génétique est un autre processus à l'origine de la différenciation de nouvelles espèces. Par le croisement aléatoire des allèles lors de la reproduction, des caractères sont amenés à se fixer ou à disparaître.

Ces trois séances avaient donc pour but de répondre à trois questions :

- Est-ce que stimuler le maximum de sens permet de favoriser les processus de mémorisations à long terme ?
- Est-ce que cette stimulation doit nécessairement être associée avec la notion à construire pour qu'elle puisse faciliter sa mémorisation ?
- Certaines stimulations de même nature (toucher) mais de type différent (rugueux ou doux) sont-elles plus efficaces que d'autres ?

L'interrogation commune à ces trois séances est de savoir si la stimulation multi-sensorielle est efficace sur le long terme.

Pour apporter une réponse à ces questions et évaluer l'impact du contexte multi-sensoriel, j'ai procédé à une interrogation surprise sur les notions construites, plusieurs mois après la clôture des chapitres dans lesquelles elles étaient traitées. En effet, le but étant de mesurer la rétention de l'information à long terme et hors contexte de construction de la connaissance afin de déterminer si les élèves étaient capables de réinvestir ces connaissances lorsqu'ils en auraient besoin dans un futur relativement éloigné du moment où la notion a été construite.

J'ai donc soumis les élèves à une interrogation surprise au début du mois d'avril. C'est uniquement à ce moment que j'ai dévoilé aux élèves qu'ils avaient été soumis à plusieurs expériences dans le but de mesurer leur mémorisation sur le long terme. J'ai considéré important de les informer à ce moment de l'étude pour éviter qu'ils se sentent en situation d'échec face à une interrogation sur des notions qu'ils n'étaient plus censés réviser. Je voulais en effet éviter toute forme de tricherie et leur ai bien précisé l'importance qu'ils répondent avec leurs propres ressources et que tout travail de groupe fausserait les résultats. Le but n'était pas en effet qu'ils obtiennent les meilleures notes mais qu'ils fournissent les résultats les plus précis, je leur ai également précisé que l'absence de réponse à ce test est une forme de réponse. Les élèves ont ainsi pu mieux assumer leur échec quand ils n'arrivaient pas

à remobiliser leurs connaissances et éviter de perturber les résultats par de quelconques tricheries.

3.2 Données.

Il a été relativement difficile de trouver une méthode pour récolter les données de manière précise. En effet, je me suis confrontée à un assez gros problème sur la fin de mon étude. Ayant constaté le niveau équivalent de mes deux classes de seconde en début d'année, je m'étais alors dit qu'il serait facile de les comparer l'une à l'autre en créant une classe témoin et une classe test (cf. 2.1.2). Cependant au cours de l'année, la classe de seconde 3 a su gagner en maturité et adopter un comportement de travail approprié au lycée et conserver un haut niveau scolaire, alors que les élèves de seconde 4 ont été beaucoup plus lents à se mettre au rythme de travail exigé. Aujourd'hui la différence entre les deux classes s'est extrêmement accrue, jusqu'à creuser un écart de 2 points dans la moyenne générale et ce, même dans ma discipline. Lorsque j'ai dû comparer ses deux classes, j'ai donc dû prendre soin de ne pas comparer directement leurs notes mais leurs réussites. Il me suffit alors de trouver la valeur R correspondant au rapport de notes moyennes de la classe de 2nd 3 sur la 2nd 4, sur une notion où aucune des deux classes n'a été stimulée. On appellera **R** la référence de réussite.

En partant du postulat que toute classe non stimulée, a une réussite constante, si ce rapport change lorsque l'une des deux classes est stimulée sensoriellement, alors la réussite à ce contexte aura influencé la réussite de la classe stimulée.

3.2.1 Récolte et traitement des données.

Pour récolter les données, j'ai procédé à un test surprise rapide de 10 à 15 min. Ce test comportait les questions suivantes (cf. annexe 7) :

ADN

1. *Construire le schéma de la molécule d'ADN.*

Cette question est identique à celle posée durant le contrôle de fin de chapitre du mois de novembre et faisait référence à la stimulation sensorielle de la première séance. Les critères de réussites à cette question ont été évalués selon le curseur suivant :

Courseurs	Critères de réussite
-1	Question hors sujet
0	Aucune réponse soumise
2	Structure en forme d'échelle apparente
3	Présence de bases azotées
4	Bonnes nomenclatures des bases
5	Bon appariement des bases complémentaires A ↔ T ; G ↔ C
6	Présence des sucres ou des groupements phosphates
7	Bonnes liaisons covalentes
8	Schéma complet et traduisant toutes les notions importantes
9	Schéma collant exactement au schéma du cours

Tableau 1: Tableau d'évaluation de la réinvestigation de la structure de la molécule de l'ADN sous forme de curseur.

Allèle (question de référence)

2. Expliquez ce qu'est un allèle ? (vous pouvez enrichir votre réponse à l'aide d'un schéma)

Cette question correspond à la notion référence. Cette notion n'a été construite sous aucune forme de stimulation multi-sensorielle par aucune des deux classes. La réussite à cette question est évaluée en dénombrant le nombre de caractéristiques valides que les élèves ont été capables de remobiliser. Ces caractéristiques sont les suivantes :

- Les allèles sont situés sur les chromosomes
- Ils définissent des caractères
- L'allèle fait partie du gène
- Il y en a 2 par gènes
- Ces deux allèles peuvent exister sous des versions différentes du gène.

Sélection naturelle

3. Listez des critères permettant de définir la sélection naturelle ? (Citez-en le maximum)

Cette question fait référence à la stimulation de la classe de 2nd4 durant le cours sur la sélection naturelle. Tout comme la question 2, elle évalue le nombre de caractéristiques valides qui ont été remobilisées par les élèves. Ces caractéristiques sont :

- La pression de la nature ou de l'environnement
- la sélection naturelle agit sur l'ensemble d'une population et non sur un seul individu
- Les caractères les plus appropriés à l'environnement de vie fournissent un avantage de survie à l'individu qui le porte
- Ce caractère en cas de survie pourra être transmis par la reproduction de cet individu
- Cette sélection n'est pas entièrement liée au hasard

Dérive génétique

4. *Cochez les réponses vraies :*

- La dérive génétique est liée à la pression de la nature*
- La dérive génétique est liée au hasard*
- La dérive génétique fait évoluer un seul individu*
- La dérive génétique est la disparition d'un caractère dans une population au cours du temps un individu ne peut posséder qu'un seul allèle par gène donné (ex : couleur des cheveux soit blond soit brun).*
- Si une génération d'oiseaux avec 25% de becs bleus, 25% de becs rouges, 25% de becs jaunes, 25% de becs verts, a une descendance, alors cette descendance aura 25% de becs bleus, 25% de becs rouges, 25% de becs jaunes, 25% de becs verts.*
- Si une génération d'oiseaux avec 25% de becs bleus, 25% de becs rouges, 25% de becs jaunes, 25% de becs verts, a une descendance, alors cette descendance aura des pourcentages de couleurs de becs aléatoires*

Ce questionnaire fait référence à la séance de TP « stimulé » également en seconde 4. Il est évalué sur 7 points, chaque item faux enlève 1 point.

Les résultats aux tests sont les suivants :

(a)

2 nd 3				
	Allèle	ADN	Sélection naturelle	Dérive génétique
Moyenne	1,5	2,87	1,50	5,35
Médiane	2	2	2	6
Ecart type	0,83	2,10	1,10	0,92
Classe stimulée	Aucune (question de référence)	2 nd 3	2 nd 4	2 nd 4

(b)

2 nd 4				
	Allèle (question de référence)	ADN	Sélection naturelle	Dérive génétique
Moyenne	0,81	2	1,37	5,03
Médiane	1	1	1	5
Ecart type	0,60	1,68	1,08	5
Classe stimulée	Aucune (question de référence)	2 nd 3	2 nd 4	2 nd 4

Tableau 2 : Tableaux de traitement des résultats aux questionnaires surprises des classes de 2nd3 (a) et de 2nd4 (b).

Pour interpréter ces résultats j'ai comparé les moyennes de réussite à chaque question des deux classes (2nd3/2nd4), Je rappelle que le rapport des moyenne sur la notion de référence est appelé **R**, référence de réussite. Puis j'ai comparé les rapports de réussite des trois autres notions à R.

3.3 Interprétation

Les résultats sont les suivants :

	Allèle (Référence de réussite R)	ADN	Sélection naturelle	Dérive génétique
Rapport des moyennes $2^{nd}3/2^{nd}4$	R = 1,90	1,44	1,12	1,06
Réussite de la classe stimulée par rapport à R $R - (2^{nd}3/2^{nd}4)$		-0,46 ($2^{nd}3$)	+0,77 ($2^{nd}4$)	+0,83 ($2^{nd}4$)
Classe stimulée	Aucune (question de référence)	$2^{nd}3$	$2^{nd}4$	$2^{nd}4$

Tableau 3: Réussite relative de la $2^{nd}3$ par rapport à la $2^{nd}4$ en fonction de chaque cas de stimulation.

- **Sur la question de référence**, la $2^{nd}3$ a une réussite de 90% supérieure à la réussite en $2^{nd}4$.
- **Sur la séance de la structure de la molécule d'ADN**, la classe stimulée ($2^{nd}3$) a une réussite de 44% supérieure à celle de la $2^{nd}4$. Si l'on part du postulat que toute classe non stimulée a une réussite constante, nous pouvons conclure que la classe de $2^{nd}3$, sous stimulation multi-sensorielle, a moins bien réussi la mémorisation de la structure de l'ADN de 46 points.
- **Sur la séance traitant la sélection naturelle**, c'est la $2^{nd}4$ qui a été soumise à une stimulation sensorielle olfactive. La classe de $2^{nd}3$ n'a plus que 12% de réussite supérieure à celle de $2^{nd}4$. En partant du même postulat que toute classe non stimulée, a une réussite constante, nous pouvons conclure que la $2^{nd}4$ a augmenté sa réussite de 77 points.
- De la même manière, **sur la séance traitant de la dérive génétique**, la classe de $2^{nd}4$ a augmenté sa capacité de mémorisation de 83 points.

J'ai également voulu connaître l'impact d'un indice de rappel, mis à disposition des élèves durant le test, sur la remobilisation d'un souvenir. J'ai donc présenté aux élèves du groupe B

de la 2nd4 les figurines en fils chenille de l'activité sur la dérive génétique au cours de leur test. J'ai comparé la différence de réussite à cette question par rapport à la différence de moyennes des groupes A et B.

Le groupe A possède une moyenne générale de 13,33/20 et le groupe B de 12,34/20. Les résultats moyens au test sur la dérive sont de 5/7 pour le groupe A et de 5.06/7 pour le groupe B. L'interprétation est la suivante :

	Moyenne générale (Référence de réussite R')	Dérive génétique
Rapports de moyennes (A/B)	R'=1,08	0,99
Réussite du groupe B avec indice de rappel par rapport à R'		+0,09

Tableau 4 : Réussite relative du groupe A par rapport au groupe B lorsque que le groupe B est soumis à un indice de rappel durant la réinvestigation d'une notion.

En partant du principe qu'une classe non stimulée a une réussite constante, nous pouvons dire que le groupe B, ayant bénéficié des indices de rappels, a augmenté sa réussite de 9 points.

3.4 Discussion critique

3.4.1 Re-contextualisation

Nous cherchons donc à déterminer si un contexte d'apprentissage stimulant plusieurs sens de manière synchrone ne serait pas une bonne méthode pour construire des indices de rappels permettant la ré-investigation rapide et à long terme d'un souvenir. L'objectif est de définir non pas un outil universel mais une méthode supplémentaire permettant de faciliter les processus de mémorisation. Bien conscient que ces processus sont variables d'un individu à l'autre, nous garderons à l'esprit que chaque stimulus aura une action différente sur chaque élève.

Nous rappelons également les trois questions auxquelles devront répondre les trois séries de tests :

- *Est-ce que stimuler le maximum de sens permet de favoriser les processus de mémorisations à long terme ?*

La séance sur la structure de l'ADN aura pour but de répondre à cette question puisque 4 sens ont été stimulés : la vue, l'odorat, le toucher et le goût, alors que les deux autres séances ne stimulaient que deux ou trois sens.

- *Est-ce que cette stimulation doit nécessairement être associée avec la notion à construire pour qu'elle puisse faciliter sa mémorisation ?*

Cette question sera traitée au travers de la seconde séance puisqu'elle stimulait l'odorat sans pour autant faire de lien direct entre la stimulation olfactive et la notion de sélection naturelle.

- *Certaines stimulations de même nature (toucher) mais de type différent (rugueux ou doux) sont-elles plus efficaces que d'autre ?*

La séance trois présentant des figurines en bois plus rugueuses que des figurines en fils chenilles a pour but de répondre à cette question.

3.4.2 Mise en liens avec les recherches antérieures

3.4.2.1 Une stimulation au service de la concentration

En débutant mon expérimentation je n'étais pas convaincue de la réussite de mon expérience sur la quantité de sens à stimuler. En effet, lors de la première séance sur la molécule de l'ADN, la classe test 2nd3 soumise à la stimulation sensorielle, paraissait très agitée et beaucoup moins canalisée que la classe témoin des 2nd4. Comme le montrent les résultats, la classe sous stimulation multi-sensorielle a vu ses capacités mnésiques diminuer avec un déficit de - 46 points par rapport à son pourcentage de réussite initial, de 90% supérieur à celui de la classe non stimulée.

Comme nous l'avons vu sur les recherches de BAKER et de JORDAN, la stimulation multi-sensorielle a pour fonction de canaliser l'attention chez le nourrisson qui n'a pas encore établi d'association entre un stimulus et sa signification. Or, les maquettes de bonbons stimulaient des sens chez les élèves de 15 ans, qui avaient pour eux une signification déjà bien fondée. Celle du plaisir, d'une gourmandise bien souvent associée à des moments de détente et de récréation. L'aspect atypique de manipuler des confiseries pour construire une notion de cours a semblé plus marquer les élèves que le cours en lui-même. En sortant de cette séance, je me souviens m'être dit qu'il me semblait que les élèves allaient sûrement mieux retenir le fait d'avoir manipuler des guimauves et des gélatines, plutôt que de retenir les fondements de la structure de l'ADN.

De plus l'association entre la maquette en bonbons et le schéma de l'ADN était plus difficile dans le contexte de la séance en stimulation multi-sensorielle. En effet, les vignettes de papier de la séance sans stimulation étaient conçues de manière à ce qu'une fois assemblées, elles reconstituaient le schéma tel que les élèves devaient l'apprendre dans leur cours, alors que les élèves avec la maquette de bonbons devaient effectuer un effort intellectuel supplémentaire pour corréliser la maquette avec le schéma. Cet effort supplémentaire a pu être un facteur contributeur à l'origine de la diminution de réussite des élèves de 2nd 3.

Il m'est donc impossible de répondre à la question : « Est-ce que stimuler le maximum de sens permet de favoriser les processus de mémorisations à long terme ? » puisque les résultats de cette séance sont biaisés. D'une part en ajoutant une difficulté intellectuelle supplémentaire et d'autre part en dissipant le comportement.

L'utilité de la stimulation réside dans la capacité de canalisation de l'attention et sur la capacité à créer des associations entre une information et des sens. Les sens stimulés par les bonbons ayant déjà une association avec l'information de confiserie, ils ont véhiculé un message de détente et dispersion incompatible avec la canalisation de l'attention que j'avais espérée. Nous pouvons néanmoins conclure qu'il est important de bien choisir sous quelle forme stimuler les sens. Il faut de préférence prendre des objets n'ayant pas déjà une signification dans la conscience collective, et n'ayant pas une empreinte aussi forte que celle des confiseries qui étaient pour eux synonyme de dissipation.

3.4.2.2 L'association entre sens et information doit-elle nécessairement être consciente ?

Comme nous le dit Antonia THELEN dans sa thèse sur l'impact d'un contexte multi-sensoriel sur les capacités mnésiques, il n'est pas nécessaire que le participant prête une attention particulière à retenir les différentes sources de stimuli. En effet, lors de ses expériences sur l'attention, elle demande aux participants de regarder les images sans leur faire de quelconque allusion aux stimuli auditifs.

La séance sur la sélection naturelle utilisant les pompons parfumés de monoï reprend cette idée. Tout comme A. THELEN, je n'ai pas demandé aux élèves de prêter attention à l'odeur qui émanait des pompons. Cependant j'ai pu confirmer l'efficacité de la stimulation olfactive au travers des commentaires des élèves : « Oh madame ça sent trop bon ! Ça sent quoi ? C'est du monoï ? Qu'est-ce qui sent ça ? ». Je leur ai bien confirmé que l'odeur qu'ils sentaient

ressemblait à du monoï, cependant je leur ai volontairement caché savoir que l'odeur émanait des pompons. Je feignais l'ignorance, afin d'être certaine que les élèves ne fassent pas d'association avec les pompons qui étaient le support au travers duquel la nouvelle notion allait être construite.

Comme nous le montrent les résultats du test, la classe stimulée a amélioré sa réussite de +77 points sur son pourcentage de réussite de référence. A première vue, ces résultats peuvent sembler étranges puisque le monoï n'apporte pas d'information supplémentaire à la notion de sélection naturelle contrairement à l'expérience d'A. THELEN où le stimulus auditif confirmait l'identification d'une voiture. Cependant, il est possible que l'odeur du monoï ait canalisé l'attention des élèves sur l'outil de travail et les ait conditionnés à prêter davantage attention à la notion que les pompons allaient permettre de construire. Comme le disent LEWKOWICZ et GHAZANFAR : « les neurones qui commencent ensemble, restent connectés ensemble ».

A la question : « Est-ce que cette stimulation doit nécessairement être associée avec la notion à construire pour qu'elle puisse faciliter sa mémorisation ? », je répondrais qu'il n'est pas nécessaire que la stimulation soit associée à la notion puisque les élèves n'ont pas créé de lien logique entre la présence d'une odeur de monoï et le concept de sélection naturelle et pourtant ils montrent des capacités mnésiques améliorées.

3.4.2.3 L'importance de la sensation.

Toutes les stimulations ont-elles la même efficacité ? Pour répondre à cette question j'ai testé au travers de la séance 3 deux types de stimulation tactiles et j'ai comparé leur efficacité à améliorer les capacités mnésiques. J'ai donc comparé un contact rugueux, celui du bois, avec celui d'un contact plus doux, celui des fils chenilles.

Comme l'ont montré les résultats, la classe stimulée par un contact doux, la 2nd4, a enregistré un résultat de +83 points supérieurs à celui de leur pourcentage de réussite de référence. Ce résultat suggère qu'il existerait des stimuli préférentiels pour lesquels la stimulation sensorielle serait plus favorable. D'après Henri WALLON (cf.1.2.3), l'affectivité jouerait un rôle essentiel dans les processus d'apprentissage. Or, il est reconnu que la majorité des personnes vont préférer un contact doux à un contact rugueux. Il est donc possible que par le biais de l'affectif, les capacités mnésiques soient augmentées.

A la question « Certaines stimulations de même nature (ex : le toucher) mais de type différent (ex : rugueux ou doux) sont-elles plus efficaces que d'autres ? », je répondrais par l'affirmative. Comme nous l'avons vu des individus vont présenter de meilleures capacités selon le type de stimulation.

Afin d'améliorer la mémorisation d'une notion sur le long terme, il faudrait donc choisir avec précaution le type de stimulation afin qu'elle suscite l'affection des participants. Je précise néanmoins, que cette technique reste très relative à leurs goûts et à leurs sensations puisque chacun va percevoir son environnement d'une manière qui lui est propre en fonction de son vécu (cf. PIAGET 1.2.2.1) et de son affection.

3.4.2.4 L'efficacité d'un rappel sensoriel

Je pose ici une dernière question « soumettre un indice de rappel durant la ré-investigation d'une information, améliore-t-il de manière efficace sa remobilisation ? ». D'après les résultats recueillis (cf. 2.3), ce rappel augmente le pourcentage de réussite de 9 points. Cette valeur semble bien faible si l'on prend un indice significatif de 5%. En effet, soumettre un indice de rappel semble augmenter la capacité à remobiliser un souvenir, mais cette efficacité reste très faible.

Il est important de préciser que lors du test où les figurines étaient mises à disposition. Malheureusement, sur une classe de 15 élèves, seuls 4 ont répondu aux questions en s'aidant des figurines. Pour considérer l'impact de l'utilisation des indices de rappels, nous pouvons nous intéresser plus précisément à ces quatre élèves.

Ces quatre élèves ont tous des moyennes générales en SVT inférieures à celle de la classe. Leurs moyennes s'échelonnent entre 2 et 6 points en dessous de la moyenne de la classe. Voici leurs réussites au test des quatre élèves par rapport à la réussite de la moyenne de la classe :

Soit R' la référence de réussite de l'élève = $\frac{\text{Moyenne de la classe en SVT}}{\text{Moyenne de l'élève en SVT}}$

et la réussite de l'élève avec utilisation d'indice de rappel = $R' - \left(\frac{\text{Moyenne des réponses de la classe}}{\text{Note de l'élève}} \right)$

	Réussite des élèves avec utilisation d'un indice de rappel	Augmentation de R' permise par l'indice de rappel
Elève 1	+0,3370671	+ 1/3
Elève 2	+1,057164634	x2
Elève 3	+0,841403029	+5/6
Elève 4	+0,13575046	+ 1/6

Tableau 5 : Réussite relative des élèves utilisant les indices de rappels

Ces résultats montrent que ces élèves en difficultés ont réussi à progresser occasionnellement en investissant les indices de rappels. Je répondrais donc positivement à la question en début de partie. Il semblerait même que si on utilise davantage l'indice de rappel, la ré-investigation de l'information est d'autant plus efficace.

Comme le dit Endel TULVING (cf.1.2.1.3), selon *les principes de la spécificité de l'encodage*, « La probabilité de rappel de cet évènement dépend de la façon dont l'indice de rappel remobilise l'encodage ». Ces quatre élèves ont utilisé l'indice de rappel différemment des autres ce qui a sûrement facilité la mobilisation du souvenir.

De plus, il est important de remarquer que l'élève n°4 montre une moins bonne progression que les 3 autres, il est aussi l'élève le moins en difficultés de ce quatuor. Il a pourtant utilisé de la même manière les indices de rappels. Comme nous l'avons dit précédemment chaque individu intègre ses souvenirs et les remobilises d'une façon qui lui est propre. Ainsi la stimulation multi-sensorielle sera plus ou moins favorable à certaines personnes. Il semblerait que l'élève n°4 soit moins sensible à ce type de contexte d'apprentissage. Nous pouvons donc conclure que la stimulation sensorielle par un touché doux et un bon indice de rappel chez élèves n°1, 2 et 3, mais qu'il l'est moins pour l'élève n°4.

3.4.3 Limites

Les résultats de mon étude sont limités par la faible quantité de participants. Ils restent donc vrais uniquement pour les 67 élèves de seconde 3 et 4. De plus la réussite moyenne des classes sur la réinvestigation des notions, soumises à une stimulation sensorielle, est comparée à une seule notion de référence R. Pour plus de justesse, R devrait être représentée par un ensemble de plusieurs notions non soumises à la stimulation multi-sensorielle.

De plus cela pose également un problème de cohérence chronologique. En effet, nous avons vu que la rétention d'une information diminuait avec le temps, or les trois notions ADN, sélection naturelle et dérive génétique, n'ont pas été vues au même moment de l'année. La notion de référence R correspond chronologiquement à la notion de la structure de l'ADN. Pour améliorer la précision des résultats, il aurait donc été préférable de se baser sur trois notions de références, spécifiques de la période où la notion a été construite. De manière plus simple, il aurait fallu une R_1 pour comparer les deux classes sur l'ADN, une R_2 pour comparer les deux classes sur la sélection naturelle et une R_3 pour comparer les deux classes sur la dérive génétique. Idéalement il aurait même fallu que chaque référence de réussite soit construite par trois questions de références à comparer avec 3 questions stimulées. Il aurait été également intéressant d'identifier les élèves pour qui la stimulation a été favorable et ceux pour qui elle ne l'a pas été afin d'identifier quelle pourcentage de la population est affectée par cette méthode.

4 CONCLUSION

Nous percevons tous notre environnement différemment, cela dépend des expériences personnelles et de l'affection qu'on lui porte. En association avec une information, une stimulation multi-sensorielle peut améliorer la capacité à retenir une information sur le long terme. Pour être efficace, cette association entre sens et information à retenir, doit cependant respecter certains critères. La stimulation ne doit pas déjà posséder une signification affective ou cognitive pour l'individu (cf. 2.4.2.1), afin d'éviter le rappel d'une autre information qui pourrait être source de déconcentration. Elle peut être faite de manière inconsciente, il n'étant en effet pas nécessaire que l'individu fasse le lien entre le sens stimulé et l'information à retenir (cf. 2.4.2.2). Enfin, en répétant la stimulation on génère un indice de rappel, qui suscite la réinvestigation du souvenir, et ainsi améliore les capacités de rappel (cf. 2.4.2.3). Dans ce contexte, la stimulation multi-sensorielle a pour but de focaliser l'attention de l'individu sur l'information afin d'améliorer les capacités cognitives en augmentant le potentiel électrique du message nerveux (cf. 1.3.2.4).

Un contexte de stimulation multi-sensoriel peut donc être utilisé comme outil afin de faciliter la mémorisation de certaines notions sur le long terme. Il faut cependant prendre en compte le fait que ce processus n'est pas systématiquement favorable à tous les participants. Il est donc

essentiel de diversifier le type de contexte d'intégration d'un souvenir afin de répondre au besoin d'un plus large public.

Cette méthode est facilement applicable en classe et ce dans plusieurs matières puisque les stimulations peuvent être inconsciente. Il est facile de diffuser un parfum durant une séance, ou encore de favoriser les travaux utilisant l'audiovisuel par le biais de vidéos. Lorsque cela est possible, choisir des matériaux, des images ou des sons suscitant l'affection du public augmente la possibilité que la stimulation lui soit favorable. Il s'agit ici de recréer la célèbre madeleine de Proust.

"Et tout d'un coup, le souvenir m'est apparu. Ce goût, c'était celui du petit morceau de madeleine que le dimanche matin à Combray [...] ma tante Léonie m'offrait après l'avoir trempé dans son infusion de thé ou de tilleul [...]. (P)lus frêles mais plus vivaces, plus immatérielles, plus persistantes, plus fidèles, l'odeur et la saveur restent encore longtemps, comme des âmes, à se rappeler[...] l'édifice immense du souvenir." Marcel Proust dans *A la recherche du temps perdu* (1913).

5 BIBLIOGRAPHIE

Boisacq-Schepens, N. et Crommelinck, M. (2004). *Neurosciences 4ème édition*, Sciences sup. Paris : Dunod.

Breuil, M. (2007) *Dictionnaire des sciences de la vie et de la Terre*. Paris : Nathan.

Chapouthier, G. (2006) *Biologie de la mémoire*. Paris : Odile Jacob, sciences.

Clément, C. (2013) *Conditionnement, apprentissage et comportement humain*. Paris : Dunod.

Gasser, J. (1995) *Aux origines du cerveau moderne*, Fayard, Penser la médecine.

Lacombe, J. (2006) *Le développement de l'enfant de la naissance à 7ans*. Bruxelles : De Boeck, outils pour enseigner.

Richard, D. ORSAL, Didier (2007) *Neurophysiologie Organisation et fonctionnement du système nerveux 3ème édition*. Paris : Dunod, Sciences sup.

Schacter, D. L. (1999) *A la recherche de la mémoire, le passé, l'esprit et le cerveau, 1^{ère} édition*. Paris, Bruxelles : De Boeck Université, neurosciences et cognition.

6 CHAPITRE

Baker, J.M. and Jordan, K.E. (2015), Chapter 11. The influence of multisensory cues on representation of quantity in children, *Evolutionary Origins and Early Development of Number Processing*, (pp. 277-304). United States of America : Elsevier Inc. Academic Press

7 ARTICLES

Thelen, A., Matusz, P.J. & Murray, M.M. (2014). Multisensory context portends object memory. *Current Biology*, Vol 24, n°16, Pages R734–R735.

8 SITOGRAPHIE

Almoite Maria, conférence sur *Hermann Ebbinghaus*, en collaboration avec l'université McGill. Repéré à : <http://fr.slideshare.net/mariasalemalmoite/almoite-ebbinghaus-hermann>

Thelen Antonia, les doctoriales de l'UNIL, Mémoire et perception augmentée, ma thèse en 10 min. Université de Lausanne. Repérée à : <http://fr.slideshare.net/mariasalemalmoite/almoite-ebbinghaus-hermann>

9 ANNEXES

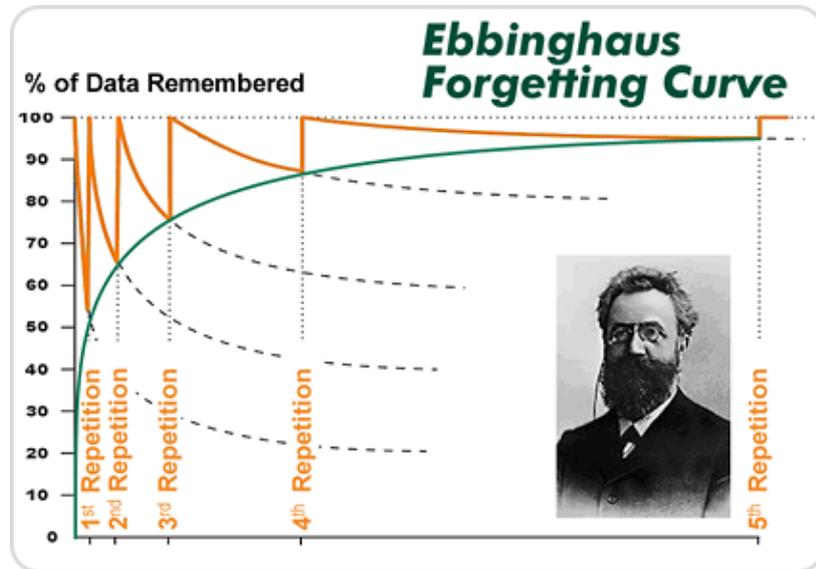


Figure A : Diaporama de la conférence de Maria Almoite. Courbe de l'oubli, H. Ebbinghaus. En abscisse, vous trouverez le temps en jours.

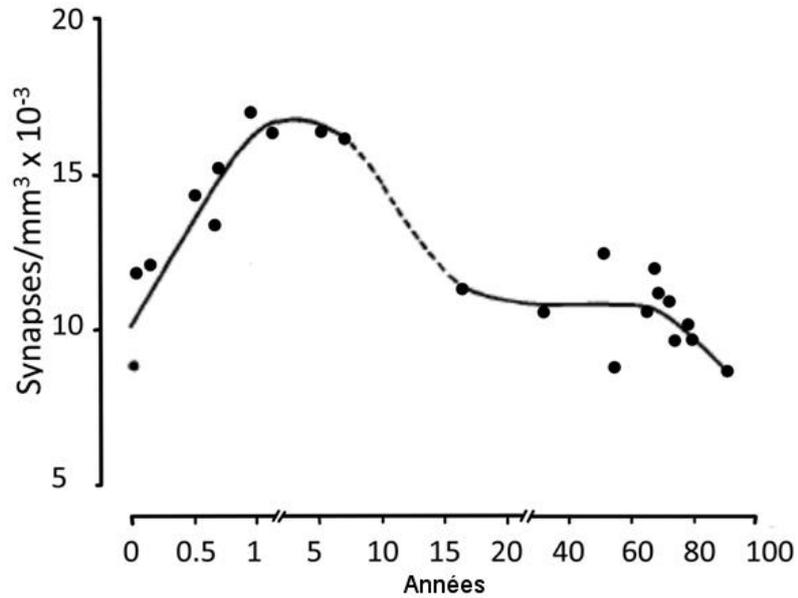


Figure B: Variation de la densité de synapses dans le gyrus frontal tout au long de la vie. De Huttenlocher (1979).

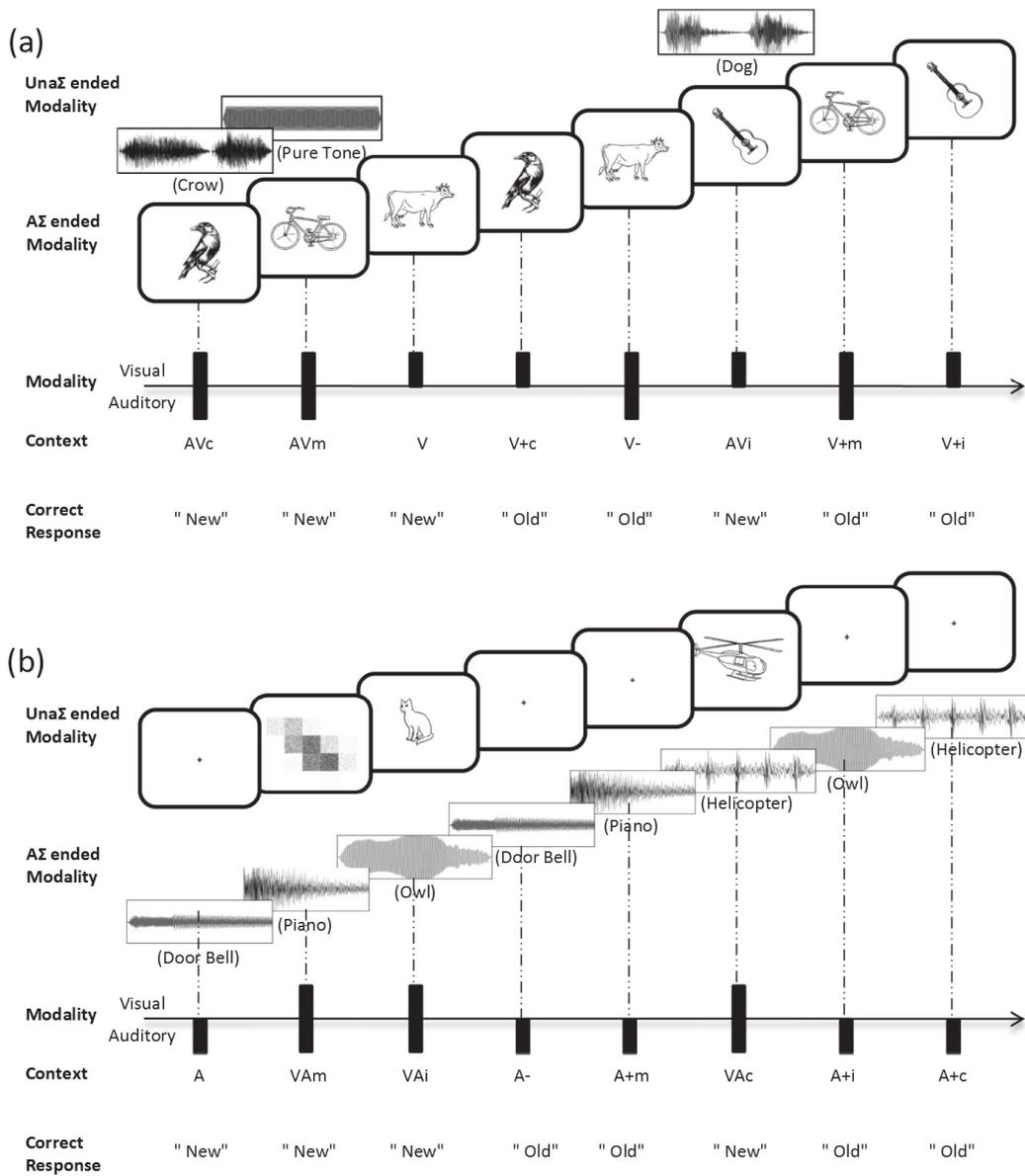


Fig. 1. Schematic representation of the paradigm. The middle row indicates the task-relevant stimulus stream, while the upper row indicates the task-irrelevant stimuli. Context labels are shown beneath the time line. (VÀ/ÀÀ are unisensory repetitions of previous unisensory object presentations; V+/A+ are unisensory repetitions of previous multisensory object presentations; c = congruent; i = incongruent; m = meaningless). (a) Illustration of the visual task. (b) Illustration of the auditory task.

Figure C: Model des premières expériences d'une tâche cognitive de rappel impliquant l'identification d'images répétées (a) et de sons répétées (b).

TP4 : structure de l'ADN

Objectif : déterminer la structure de l'ADN en extrayant les informations d'un texte.

Etape 1 : Rappel du collège et recueil de conceptions

1. Qu'est-ce que l'ADN ? à quoi sert-il ?
2. Où le trouve-t-on ? Faites un dessin explicatif légendé avec un titre.

Etape 2 : Détermination de la structure de l'ADN.

L'ADN (Acide DésoxyriboNucléique) est une molécule organique de très grande dimension (jusqu'à plusieurs cm), composée de très nombreuses petites sous-unités appelées **nucléotides (ou bases azotées)**. L'ADN d'une cellule humaine contient 3,2 milliards de paires de nucléotides. Il existe quatre nucléotides différents identifiés par les lettres A, T, C et G en référence aux composés Adénine, Thymine, Cytosine et Guanine.

« Les molécules d'ADN sont comme des échelles flexibles [...]. Les deux montants de ces échelles sont des « rubans » constitués de chaînes ou alternent des sucres et des groupements phosphates [...]. Les barreaux de l'échelle sont des paires de bases azotées. Chaque base d'une paire est liée aux sucres du squelette sucre-

Doc 1 : Structure de l'ADN

3. Reconstituez un nucléotide avec les vignettes de papier.
4. Reconstituez la structure de la molécule d'ADN avec les vignettes de papier.
5. Réaliser rapidement un premier schéma annoté de la molécule d'ADN qui permette de comprendre son organisation. Montrez votre résultat au professeur.

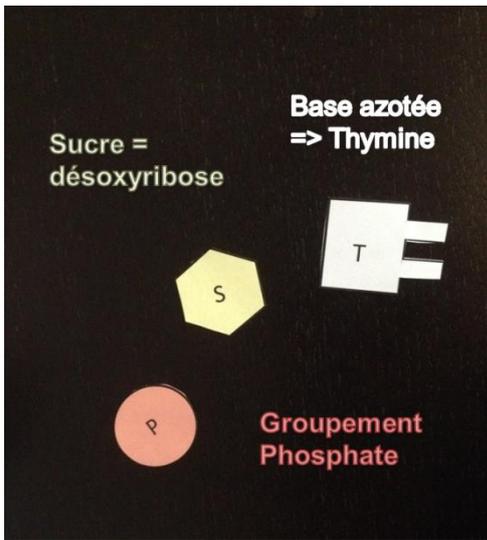


Figure D: Image projetée au tableau des vignettes de papiers servant à construire la molécule d'ADN à partir du texte

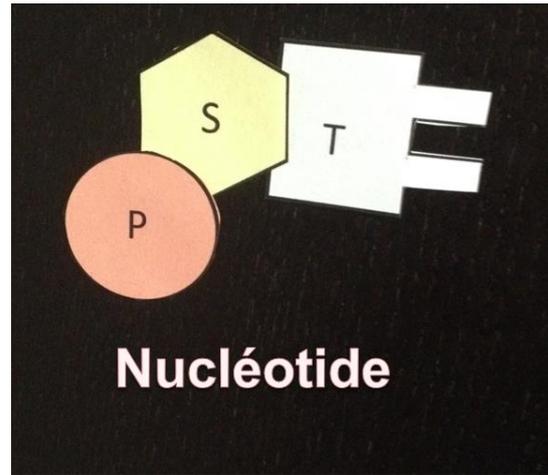
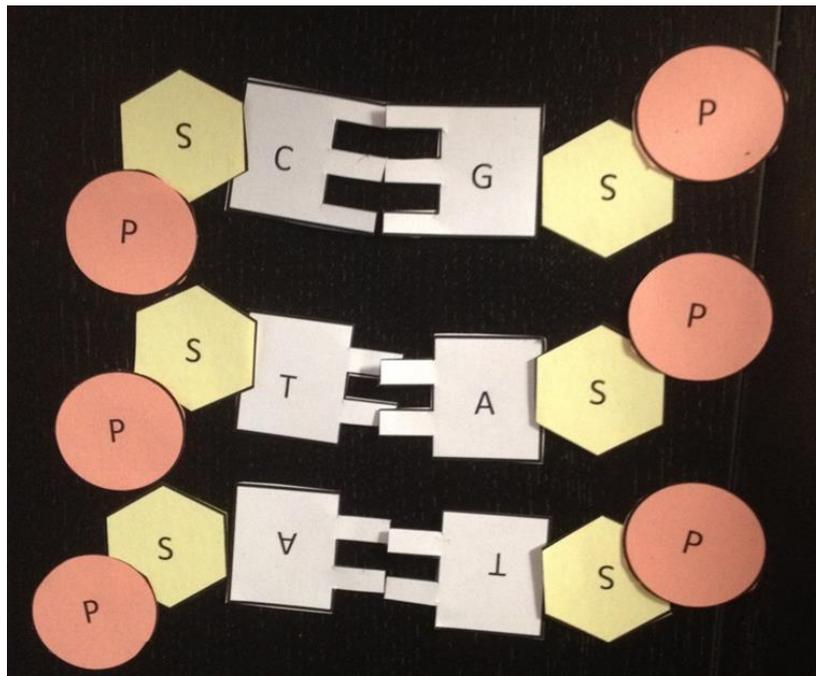


Figure E: Image du nucléotide à former en version papier



1 brin

Figure F: Molécule d'ADN à construire en version papier.

TP4 : structure de l'ADN

Objectif : déterminer la structure de l'ADN en extrayant les informations d'un texte.

Etape 1 : Rappel du collège et recueil de conceptions

1. Qu'est-ce que l'ADN ? à quoi sert-il ?
2. Où le trouve-t-on ? Faites un dessin explicatif légendé avec un titre.

Etape 2 : Détermination de la structure de l'ADN.

L'ADN (Acide DésoxyriboNucléique) est une molécule organique de très grande dimension (jusqu'à plusieurs cm), composée de très nombreuses petites sous-unités appelées **nucléotide**. Il est composé d'une base azotée, d'un sucre et d'un phosphate. L'ADN d'une cellule humaine contient 3,2 milliards de paires de nucléotides. Il existe quatre bases azotées différentes identifiées par les lettres A, T, C et G en référence aux composés Adénine, Thymine, Cytosine et Guanine.

Chaque nucléotide possède un sucre qui porte une des bases azotée et le phosphate.

« Les molécules d'ADN sont comme des échelles flexibles [...]. Les deux montants de ces échelles sont des « rubans » constitués de chaînes ou alternent des sucres et des groupements phosphates [...]. Les barreaux de

Doc 1 : Structure de l'ADN

3. Reconstituez un nucléotide avec les bonbons et les cure-dents.
4. Reconstituez la structure de la molécule d'ADN avec les bonbons et les cure-dents. *Attention : attribuez une base azotée à chaque bonbon en gélatine.*
5. Réaliser rapidement un premier schéma annoté de la molécule d'ADN qui permette de comprendre son organisation. Montrez votre résultat au professeur.

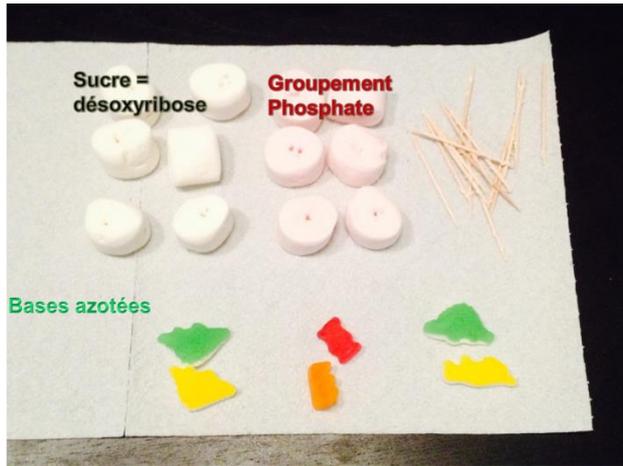


Figure G: Image projetée au tableau des bonbons servant à construire la molécule d'ADN à partir du texte.

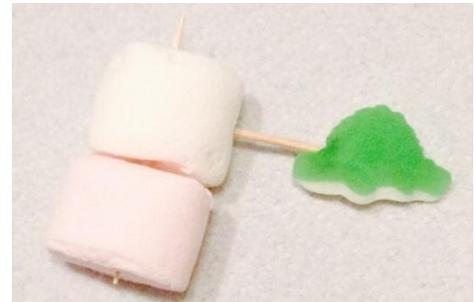


Figure H: Image du nucléotide à former en version bonbons

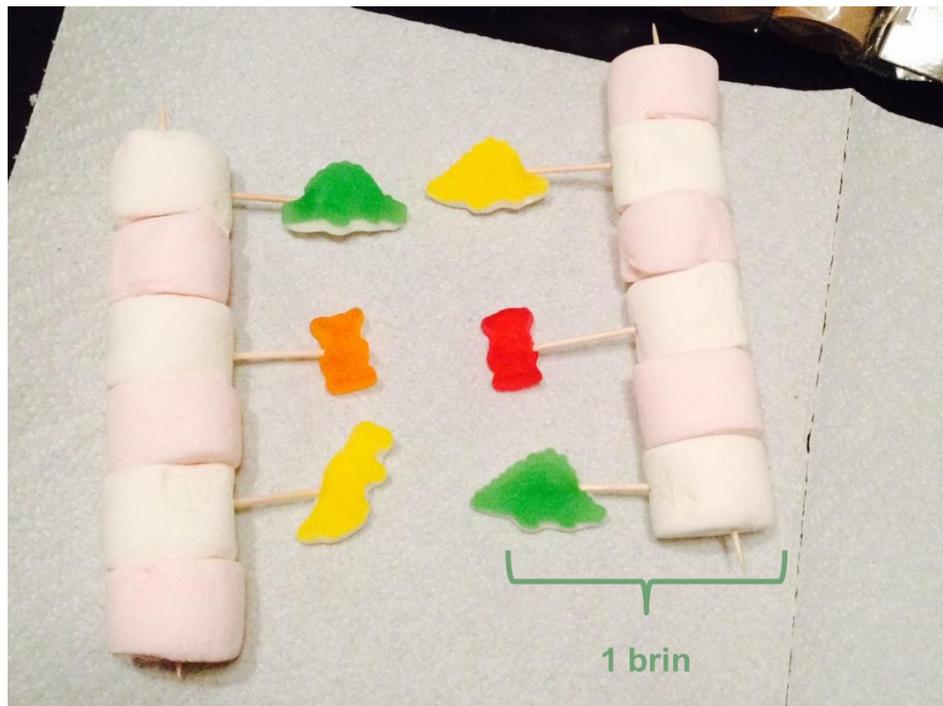


Figure I: Molécule d'ADN à construire en version bonbons.

1. **Construire le schéma de la molécule d'ADN.**
2. **Expliquez ce qu'est un allèle ?** (vous pouvez enrichir votre réponse d'un schéma)
3. **Listez des critères permettant de définir la sélection naturelle ?** (citez-en le maximum)
4. **Cochez les réponses vraies :**
 - La dérive génétique est liée à la pression de la nature
 - La dérive génétique est liée au hasard
 - La dérive génétique fait évoluer un seul individu
 - La dérive génétique est la disparition d'un caractère dans une population au cours du temps
 - un individu ne peut posséder qu'un seul allèle par gène donné (ex : couleur des cheveux soit blond soit brun).
 - Si une génération d'oiseaux avec 25% de becs bleus, 25% de becs rouges, 25% de becs jaunes, 25% de becs verts, ont une descendance, alors cette descendance aura 25% de becs bleus, 25% de becs rouges, 25% de becs jaunes, 25% de becs verts.
 - Si une génération d'oiseaux avec 25% de becs bleus, 25% de becs rouges, 25% de becs jaunes, 25% de becs verts, ont une descendance, alors cette descendance aura des pourcentages de couleurs de becs aléatoires

Figure J: Questionnaire surprise d'évaluation de la réinvestigation des notions.

	ADN	Allèle /	Sélection naturelle /5	Dérive combien de fautes	Notes dérive /7
	0	2	0	2	5
	2	5	2	1	6
	1	6	0	4	3
	3	7	3	1	6
	2	0	0	1	6
	3	6	2	1	6
	1	0	0	4	3
	1	2	2	1	6
	0	4	2	2	5
	2	1	2	3	4
	1	2	0	4	3
	0	1	0	1	6
	2	1	4	0	7
	2	3	1	2	5
	2	0	0	1	6
	0	0	2	0	7
	2	2	0	4	3
	1	0	0	1	6
	1	8	1	2	5
	3	-1	3	0	7
	2	3	2	1	6
	3	0	2	3	4
	2	2	3	2	5
	1	5	1	2	5
	3	2	2	1	6
	1	2	4	2	5
	2	6	2	1	6
	2	2	3	2	5
	3	8	3	2	5
	0	4	3	1	6
	1	7	1	2	5
	1	3	1	1	6
	1	2	0	1	6
Moyenne	1,54545455	2,87878788	1,54545455	1,6969697	5,35294118
Médiane	2	2	2	1	6
Ecart type	0,83195592	2,10284665	1,10192837	0,89990817	0,92041522
	Référence	Test	Témoin		Témoin

Figure K : Récolte des données de la classe de 2nd 3.

	ADN	Allèle /	Sélection naturelle /5	Dérive combien de fautes	Notes dérive /7	
Groupe A sans matériel	3	0	1	2	5	
	2	0	2	1	6	
	1	2	4	1	6	
	2	2	0	2	5	
	-1	1	2	2	5	
	2	0	0	3	4	
	0	1	1	1	6	
	1	1	0	2	5	
	2	1	0	1	6	
	0	0	4	4	3	
	1	1	1	1	6	
	1	0	3	2	5	
	2	1	1	1	6	
	2	1	0	4	3	
	1	0	2	4	3	
	4	0	2	1	6	
Groupe B avec indice de rappel	0	0	2	5	2	
	Elève 1	0	2	0	2	5
	Elève 4	0	1	0	2	5
		1	0	2	1	6
		9	2	4	0	7
		0	2	1	0	7
		1	1	0	1	6
		8	2	2	1	6
		1	0	2	5	2
		6	0	0	5	2
		1	1	0	2	5
		4	1	3	2	5
		5	1	1	0	7
		4	0	0	4	3
	Elève 3	1	1	2	1	6
	Elève 2	0	1	2	0	7
Moyenne	2	0,8125	1,375	1,96875	5,03125	
Médiane	1	1	1	2	5	
Ecart type	1,6875	0,609375	1,0859375	2	5	
	Témoin	Référence	Test		Test	

Figure L : Récolte des données de la classe de 2nd 4.

(a)

Construire le schéma de la molécule d'ADN.

2. Expliquez ce qu'est un allèle ? (vous pouvez enrichir votre réponse d'un schéma)
 c'est une petite d'un chromosome. Il y en a plusieurs dans un chromosome c'est une petite du gène.
 AA-allèle.

3. Listez des critères permettant de définir la sélection naturelle ? (citez-en un maximum)
 - le meilleur dans la nature - il faut que le pop soit le plus nombreux possible
 - y faut être le king

4. Cochez les réponses vraies :

- La dérive génétique est liée au hasard
- La dérive génétique est liée à la pression de la nature
- La dérive génétique fait évoluer un seul individu
- Si une génération d'oiseaux avec 25% de bec bleus, 25% de bec rouges, 25% de bec jaunes, 25% de bec verts, ont une descendance, alors cette descendance aura 25% de bec bleus, 25% de bec rouges, 25% de bec jaunes, 25% de bec verts.
- Si une génération d'oiseaux avec 25% de bec bleus, 25% de bec rouges, 25% de bec jaunes, 25% de bec verts, ont une descendance, alors cette descendance aura des pourcentages de couleurs de bec aléatoires
- La dérive génétique est la disparition d'un caractère dans une population au cours du temps
- un individu ne peut posséder qu'un seul allèle par gène donné (ex : couleur des cheveux soit blond soit brun).

(b)

1. Construire le schéma de la molécule d'ADN.

2. Expliquez ce qu'est un allèle ? (vous pouvez enrichir votre réponse d'un schéma)
 Un allèle est une particularité sur le gène d'une personne pour déterminer un caractère ex blond ou brun. Il y a des allèles forts (majuscule) et faibles (minuscule).
 B + b

3. Listez des critères permettant de définir la sélection naturelle ? (citez-en un maximum)
 - caractéristique phénotypique
 - apte à se nourrir
 - apte à se reproduire.

4. Cochez les réponses vraies :

- La dérive génétique est liée à la pression de la nature
- La dérive génétique est liée au hasard
- La dérive génétique fait évoluer un seul individu
- La dérive génétique est la disparition d'un caractère dans une population au cours du temps
- un individu ne peut posséder qu'un seul allèle par gène donné (ex : couleur des cheveux soit blond soit brun).
- Si une génération d'oiseaux avec 25% de bec bleus, 25% de bec rouges, 25% de bec jaunes, 25% de bec verts, ont une descendance, alors cette descendance aura 25% de bec bleus, 25% de bec rouges, 25% de bec jaunes, 25% de bec verts.
- Si une génération d'oiseaux avec 25% de bec bleus, 25% de bec rouges, 25% de bec jaunes, 25% de bec verts, ont une descendance, alors cette descendance aura des pourcentages de couleurs de bec aléatoires

Figure M : Productions d'élèves de la 2nd3 (b) et de la 2nd4 (a).

Résumé: Plusieurs récentes recherches en neurosciences ont montré qu'un contexte de stimulation multi-sensoriel améliore la capacité à remobiliser un souvenir. Cette capacité se traduit différemment chez chaque personne et dépend de la sensibilité à être réceptif à un stimulus ou une situation donnée. En effet, nous nous sommes construit sur des expériences différentes et accordons donc une valeur différente à chaque évènement. Des études récentes ont également prouvé que une association d'un sens avec une information durant l'intégration génèrait, chez les personnes favorables à la stimulation multisensorielle, des réponses nerveuses plus fortes lorsque la notion est réinvestie. Cette étude a pour but de déterminer si une situation d'apprentissage scolaire en contexte de stimulation multi-sensorielle améliore la mémorisation d'une notion sur le long terme. Elle a été menée sur deux classes de secondes durant les cours de sciences de la vie et de la Terre. Les résultats ont montré que si la stimulation sensorielle n'éveillait pas de souvenirs déjà associés à certains sens, la mémorisation d'une notion était plus efficace chez certains élèves et qu'elle est variable selon l'affection qu'ils lui portent. Ainsi la stimulation multi-sensorielle vise à améliorer les capacités cognitives en canalisant l'attention, en associant un sens à une information et en suscitant l'affection de l'individu.

Abstract: Several neurosciences researches have shown that multisensory context facilitates memory formation and retrieval. This ability is different for everyone and depends on our sensibility to stimulus or a specific event. Indeed we have grown by different events so that everyone has its own values to every event. It has been also shown that an association between senses and information during formation of memory provides stronger nervous responses with sensitive people when memory is retrieve. We want to determine if a multisensory context at school enhances memory performances on long term. Our study was led on 67 fifteen years old teenagers in biology course. Results have shown that multisensory context is beneficial in retrieval of memory only if the sense is not already associated with another piece of information. This efficacy changes with people and depends on affection we have for the information. To conclude multisensory stimulation enhances cognition abilities, it catches attention with affection and the association of sense and information.

Mots clés : SVT, second degrés, 2de, mémoire, stimulation multi-sensorielle.